

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/008342

17.6.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

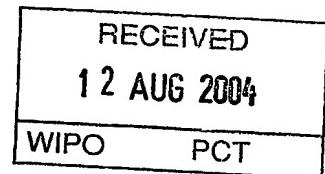
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 6月19日

出願番号
Application Number: 特願2003-175286

[ST. 10/C]: [JP2003-175286]

出願人
Applicant(s): 住友電工スチールワイヤー株式会社
株式会社丸エム製作所

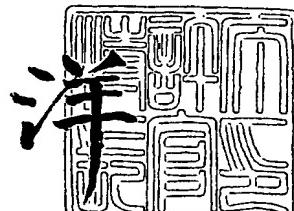


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3066901

【書類名】 特許願
【整理番号】 103I0184
【提出日】 平成15年 6月19日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C22C 23/00
C22C 23/02
C22C 23/04
C22F 1/06

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 大石 幸広

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 河部 望

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大東市野崎4丁目7番12号 株式会社丸エム製作所内

【氏名】 橋本 謙三郎

【特許出願人】

【識別番号】 302061613

【氏名又は名称】 住友電工スチールワイヤー株式会社

【代表者】 神取 瑛一

【特許出願人】

【識別番号】 502262654

【氏名又は名称】 株式会社丸エム製作所

【代表者】 松元 収

【代理人】

【識別番号】 100100147

【弁理士】

【氏名又は名称】 山野 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100070851

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木 秀實

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 056188

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0215422

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マグネシウム基合金ねじ及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 引張強さが220MPa以上であることを特徴とするマグネシウム基合金ねじ。

【請求項2】 マグネシウム基合金は、Alを0.1～12重量%含むことを特徴とする請求項1に記載のマグネシウム基合金ねじ。

【請求項3】 更に、重量%でMn:0.1～2.0%、Zn:0.1～5.0%、Si:0.1～5.0%より選択された1種以上を含有することを特徴とする請求項2に記載のマグネシウム基合金ねじ。

【請求項4】 マグネシウム基合金は、重量%でZn:0.1～10%、Zr:0.1～2.0%を含むことを特徴とする請求項1に記載のマグネシウム基合金ねじ。

【請求項5】 マグネシウム基合金は、5.0重量%以下の希土類元素を含むことを特徴とする請求項1に記載のマグネシウム基合金ねじ。

【請求項6】 引抜加工により得られたマグネシウム基合金からなるワイヤにねじのヘッド部を成形するヘッド加工を温間にて行って、ねじプランクを製造するヘッド鍛造工程と、

前記ねじプランクにねじ山を成形する転造加工を温間にて行って、ねじを製造する転造工程とを具え、

前記ヘッド鍛造工程においてヘッド加工は、前記ワイヤを固定する固定ダイス、及びねじのヘッド部を成形するパンチダイスを用いて行い、

前記固定ダイス及びパンチダイスの少なくとも一方を140℃以上250℃以下に加熱することで前記ワイヤを140℃以上250℃未満に加熱することを特徴とするマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項7】 加熱するダイスは、ダイスを加熱可能な加熱手段を具えるホルダーに保持されて、この加熱手段により加熱し、

かつ、前記ホルダーの外周を囲むように断熱材を具えて、この断熱材によりダイスの加熱状態を維持することを特徴とする請求項6に記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項8】 引抜加工により得られたマグネシウム基合金からなる線材を切斷手段に供給する供給工程と、

供給された線材を切斷手段により定尺長に切断して被加工材であるワイヤを得る切斷工程と、

切斷されたワイヤを鍛造手段に運搬する運搬工程と、

運搬されたワイヤにねじのヘッド部を成形するヘッド鍛造工程とを連続的に行うことを特徴とする請求項6に記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項9】 切斷手段には、ワイヤを保持する保持ダイスと、保持ダイスを加熱可能な加熱手段とを具え、

前記切斷工程は、前記保持ダイスによりワイヤを保持し、加熱手段により保持ダイスを加熱することでワイヤを加熱して行うことを特徴とする請求項8に記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項10】 ヘッド加工の加工速度が100mm/sec以上であることを特徴とする請求項6に記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項11】 転造加工は、転造ダイスを用いて行い、

前記転造ダイスを100℃以上250℃未満に加熱して転造加工を行うことを特徴とする請求項6に記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項12】 転造ダイスは、転造ダイスを加熱可能な加熱手段を具え、この加熱手段により加熱し、かつ、転造ダイスの外周を囲むように断熱材を具えて、この断熱材によりダイスの加熱状態を維持することを特徴とする請求項11に記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項13】 更に、ヘッド鍛造工程により得られたねじプランクを転造ダイスに移行させる移行手段を100℃以上250℃未満に加熱して移行を行うことを特徴とする請求項11に記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項14】 更に、転造加工を施したねじに100℃以上350℃未満の熱処理を施す熱処理工程を具えることを特徴とする請求項6に記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項15】 マグネシウム基合金の平均結晶粒径が $10\mu\text{m}$ 以下、かつ最大結晶粒径が $15\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項6～14のいずれかに記載の

マグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項16】 マグネシウム基合金は、Alを0.1～12重量%含むことを特徴とする請求項6～15のいずれかに記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項17】 更に、重量%でMn:0.1～2.0%、Zn:0.1～5.0%、Si:0.1～5.0%より選択された1種以上を含有することを特徴とする請求項16記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項18】 マグネシウム基合金は、重量%でZn:0.1～10%、Zr:0.1～2.0%を含むことを特徴とする請求項6～15のいずれかに記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【請求項19】 マグネシウム基合金は、5.0重量%以下の希土類元素を含むことを特徴とする請求項6～15のいずれかに記載のマグネシウム基合金ねじの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マグネシウム基合金からなるねじ、及びその製造方法に関するものである。特に、引張特性に優れるマグネシウム基合金ねじを得ることができ、ねじ加工を行う際の加工温度をより低くして生産性に優れるマグネシウム基合金ねじの製造方法、及びこの製造方法により得られた強度に優れるマグネシウム基合金ねじに関する。

【0002】

【従来の技術】

マグネシウム基合金は、アルミニウムよりも軽く、比強度、比剛性が鋼やアルミニウムよりも優れており、航空機部品、自動車部品などの他、各種電気製品のボディなどにも広く利用されている。

【0003】

ところが、Mg及びその合金は、最密六方格子(hcp)構造であるため、延性に乏しく、室温での塑性加工性が極めて悪い。例えば、一般的な金属材料を用いた場合、ねじ加工は、室温で行われるが、マグネシウム基合金を用いた場合、室温で

ねじ加工のような鍛造加工を行うことができない。

【0004】

上記マグネシウム基合金の加工性は、温度によって大きく変化し、素材温度を高くすることで、ねじ加工のような大きな塑性加工が可能となる。そこで、従来、マグネシウム基合金を用いてねじを製造する場合、ねじ加工の際に塑性加工が可能な程度に素材を加熱することが行われている。例えば、特許文献1～3には、マグネシウム基合金素材を超塑性現象が発現する温度、或いは塑性加工性が大きくなる温度に加熱してねじ加工する技術が記載されている。

【0005】

【特許文献1】 特開2000-283134号公報

【特許文献2】 特開2000-343178号公報

【特許文献3】 特開2001-269746号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記超塑性現象が生じる温度や塑性加工性が大きくなる温度は、250℃以上という高温である。そのため、従来の方法では、ねじ加工を行う際に用いられる固定ダイスやダイスパンチなどの金型(加工材)が高温に曝されことで、寿命が著しく低下し、生産性よくねじを製造することができないという問題がある。

【0007】

従来、マグネシウム基合金からなるねじを得るべく、ねじ加工のような強加工を行う場合、上記特許文献1～3に記載されるように、概ね被加工材であるマグネシウム基合金の押出材を250℃以上に加熱することが必要とされる。そのため、250℃以上といった高温用の加熱設備が必要となるだけでなく、ねじ加工に用いられる加工材も高温に曝されることで寿命が短くなって、コスト高をも招く。従つて、250℃以上の加熱は、工業的生産において決して好ましくない。

【0008】

また、近年、ねじ強度の更なる向上が求められているが、押出材を250℃以上に加熱してねじ加工を施して得られるねじでは、強度の向上に限界がある。従つ

て、マグネシウム基合金からなるねじについて、強度向上のための適切な方法が求められている。

【0009】

そこで、本発明の主目的は、マグネシウム基合金からなるねじを生産性よく製造することができるマグネシウム基合金ねじの製造方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、引張強度に優れるマグネシウム基合金からなるねじを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、一般に250℃未満の温度においてねじ加工といった強加工が困難とされるマグネシウム基合金について種々検討した結果、予め特定の引抜加工により得られたワイヤを用いることで、250℃未満の温度であってもねじ加工が可能であることを見いだし、本発明を完成するに至った。また、得られたマグネシウム基合金ねじが優れた引張特性を具えるとの知見に基づき、本発明を規定する。

【0011】

即ち、本発明マグネシウム基合金ねじの製造方法は、引抜加工により得られたマグネシウム基合金からなるワイヤにねじのヘッド部を成形するヘッド加工を温間にて行って、ねじプランクを製造するヘッド鍛造工程と、前記ねじプランクにねじ山を成形する転造加工を温間にて行って、ねじを製造する転造工程とをえる。そして、前記ヘッド鍛造工程においてヘッド加工は、前記ワイヤを固定する固定ダイス、及びねじのヘッド部を成形するパンチダイスを用いて行い、前記固定ダイス及びパンチダイスの少なくとも一方を140℃以上250℃以下に加熱することで前記ワイヤを140℃以上250℃未満に加熱する。

【0012】

従来、マグネシウム基合金を用いてねじを得る場合、被加工材には、押出材が用いられており、250℃以上に加熱しなければねじ加工を行うことができなかつた。これに対し、本発明では、250℃未満の加熱でねじ加工を行うべく、後述する特定の引抜加工により得られたワイヤを用いることを規定する。

【0013】

引抜加工により得られた引抜材は、合金の平均結晶粒径が $20\mu\text{m}$ 以上ではばらつきが大きい押出材に対し、合金の平均結晶粒径が $10\mu\text{m}$ 以下、かつ最大結晶粒径が $15\mu\text{m}$ 以下の均一的で微細な組織を有する。また、押出材と比較して引抜材は、寸法精度が良好で偏径差が小さいため、ねじ加工を行うダイスなどの加工材を介してワイヤの加熱を行う場合、安定した確実な加熱が可能である。更に、押出材と比較して引抜材は、長尺な線材とすることができますため、連続的に線材を供給することができるため、例えば、線材の切断からねじのヘッド部の成形を連続して行うことができる。本発明は、上記のような特性を有する引抜材を用いることで、加熱温度の低下、即ち、 250°C 未満でのねじ加工を実現する。

【0014】

本発明では、上記のようにマグネシウム基合金からなる引抜材を用いることで、ねじ加工を行う際の加熱温度を 250°C 未満とすることができ、従来のような高温用の加熱手段を不要とし、ダイスなどの加工材の長寿命化を図り、生産性を向上することができる。以下、本発明をより詳しく説明する。

【0015】

本発明において、マグネシウム基合金からなるワイヤは、断面が円形状の線材を切斷して得るとよい。上記線材を得るための引抜加工は、例えば、加工温度への昇温速度： $1^\circ\text{C/sec} \sim 100^\circ\text{C/sec}$ 、加工温度： 50°C 以上 200°C 以下(より好ましくは 150°C 以下)、加工度：引抜加工1回(1パス)に対して 10% 以上、線速： 1m/sec 以上で押出材を引き抜いた後、得られた線材に 100°C 以上 400°C 以下、より好ましくは 150°C 以上 400°C 以下の温度に加熱することが挙げられる。この加熱焼鈍は、引き抜きで導入された歪みの回復、及び再結晶の促進による結晶粒の更なる微細化に有效である。この加熱温度の保持時間は $5 \sim 20$ 分程度が好ましい。このような特定の引抜加工を行うことで、上記のように合金組織を微細化、具体的には、平均結晶粒径 $10\mu\text{m}$ 以下、最大結晶粒径 $15\mu\text{m}$ 以下とすることができる。そして、上記合金塑性の微細化により、ワイヤの加熱温度を 250°C 未満としても塑性加工性を向上させることができ、所望のねじを得ることが可能である。

【0016】

上記引抜加工により得られたマグネシウム基合金からなるワイヤを用いて、ま
ずねじプランク(ヘッド部が成形されており、軸部にねじ山が設けられていない
状態の中間製品)を鍛造にて製造する。このとき、鍛造、具体的にはヘッド加工
は、温間にて行う。具体的な温度としては、マグネシウム基合金からなるワイヤ
を140℃以上250℃未満に加熱する。マグネシウム基合金からなるワイヤの加熱温
度が140℃未満では、鍛造途中に割れなどが生じてヘッド加工を行えない恐れが
ある。加熱温度が高いほど塑性加工性が向上する反面、ダイスなどの加工材の寿
命が低下していくため、生産性を考慮して、上限は250℃とする。

【0017】

上記ヘッド鍛造工程においてヘッド加工は、マグネシウム基合金からなるワ
イヤを固定する固定ダイス、及びねじのヘッド部を成形するパンチダイスを用いて
行うとよく、通常のヘッド加工に用いられている加工材を用いてもよい。そして
、本発明では、ヘッド鍛造工程におけるワイヤの加熱を、上記固定ダイス及びパ
ンチダイスの少なくとも一方を140℃以上250℃以下に加熱することで行う。いず
れか一方のダイスを上記温度に加熱すればよいが、固定ダイス及びパンチダイス
の双方を上記温度に加熱すると、ワイヤ全体を均一的に加熱することができて好
ましい。140℃未満であると、ワイヤを140℃以上に加熱できず、鍛造途中に割れ
などが生じてヘッド加工が行えず、250℃超であると、固定ダイスやパンチダイ
スの寿命を短くさせる。

【0018】

上記固定ダイスやパンチダイスは、それぞれホルダーに保持させておき、これ
らホルダーに加熱手段を具えておき、この加熱手段により上記ダイスの加熱を行
ってもよい。加熱手段としては、電熱式のカートリッジヒータなどが挙げられる
。加熱手段の取付けは、ホルダーに穴を設け、この穴に挿入することで行う構成
とすると、メンテナンスの面から好ましい。また、ホルダーには、温度を確認で
きるよう温度センサを具えておいてもよく、取付けは、上記加熱手段と同様に
穴を設けて、この穴に挿入することで行ってもよい。

【0019】

ホルダーに加熱手段を具える場合、加熱状態の維持による熱効率の向上、及び



ホルダーが取付けられる鍛造装置本体への熱影響を考慮して、ホルダーの外周を囲むように、特に、ホルダーにおいて鍛造装置本体との接触部分に、断熱材を配置することが好ましい。

【0020】

なお、複数のパンチダイスを具えて、多段階に亘ってねじのヘッド部を成形する場合、いずれの段階においても、マグネシウム基合金からなるワイヤを上記温度に加熱してヘッド加工を行うことが好ましい。このとき、複数のパンチダイスを同一のホルダーにて保持しておくと、パンチダイスの加熱手段を共通させることができることができる。

【0021】

より効率的にヘッド加工を行うために、上記引抜加工により得られたマグネシウム基合金からなる線材を切断手段に供給する供給工程と、供給された線材を切断手段により定尺長に切断して被加工材であるワイヤを得る切断工程と、切断されたワイヤを鍛造手段に運搬する運搬工程と、運搬されたワイヤに上記手順によりねじのヘッド部を成形するヘッド鍛造工程とを連続的に行なうことが好ましい。このような加工は、連続的な加工が可能な鍛造装置により行なうことができ、公知の鍛造装置を用いてもよい。

【0022】

上記切断手段には、ワイヤを保持する保持ダイスと、保持ダイスを加熱可能な加熱手段とを具えておき、上記切断工程は、この保持ダイスによりワイヤを保持し、上記加熱手段により保持ダイスを加熱することでワイヤを加熱して行なうことが好ましい。切断工程においてワイヤが加熱されることで、ワイヤは、ヘッド加工を行う固定ダイスやパンチダイスなどの加工材に運搬される際、ある程度の温度まで加熱されており、ヘッド鍛造工程における加熱を容易に、かつ短時間で行って加工速度を高めることができる。即ち、生産性を更に向上させることができる。特に、固定ダイスと保持ダイスとを同一のホルダーにて保持する構成とすると、固定ダイスの加熱手段と保持ダイスの加熱手段とを共通させることができるため、保持ダイスの加熱と同時に固定ダイスの加熱をも行なうことができ、より効率的である。また、部品を共通させることから、鍛造装置の部品点数を減らすこ

ともできる。

【0023】

本発明では、上記のように塑性加工性に優れる引抜材を用いることで、ヘッド加工の加工速度を大きくすることも可能であり、ねじの生産性を確保することができる。具体的には、ヘッド加工の加工速度を100mm/sec以上とすることができます。一般に、マグネシウム基合金の加工度は、加工速度に大きな影響を受け、加工速度が大きくなるに従って加工可能な加工度が小さくなる。これに対し、本発明は、上記のように優れた塑性加工性を有する引抜材を用いることで、250°C未満という加熱温度で、かつ100mm/sec以上という工業的生産レベルの加工速度にてねじ加工が可能である。

【0024】

上記鍛造工程により得られたねじプランクにねじ山を成形する転造加工を施し、ねじを製造する。このとき、転造は、温間にて行う。具体的には、上記ヘッド鍛造工程を経て得られたマグネシウム基合金からなるねじプランクを100°C以上250°C未満に加熱して行なうことが好ましい。100°C未満では、転造途中に割れなどが生じてねじ山の成形が行えない恐れがあり、250°C超では加工材の寿命を低下させる。

【0025】

上記転造加工は、転造ダイスを用いて行なうとよく、通常の転造加工に用いられている加工材を用いててもよい。そして、転造工程におけるねじプランクの加熱は、上記転造ダイスを100°C以上250°C未満に加熱することで行なうことが挙げられる。100°C未満であると、ねじプランクを100°C以上に加熱できず、250°C超であると、転造ダイスの寿命を短くさせる。特に、M6のような太径ねじの場合には、150°C以上の加熱が好ましい。

【0026】

上記転造ダイスの加熱は、転造ダイスに直接加熱手段を具えて、この加熱手段により行なうことが挙げられる。加熱手段としては、電熱式のカートリッジヒータなどが挙げられる。加熱手段の取付けは、転造ダイスに穴を設け、この穴に挿入することで行なう構成とすると、メンテナンス性がよく好ましい。また、温度確認

が容易にできるように温度センサを転造ダイスに取付けてもよい。この取付けも、上記加熱手段と同様に穴を設けて、この穴に挿入することで行ってもよい。

【0027】

転造ダイスに加熱手段を具える場合、加熱状態の維持による熱効率の向上、及び転造ダイスが取付けられる転造装置本体への熱影響を考慮して、転造ダイスの外周を囲むように、特に、転造ダイスにおいて転造装置本体との接触部分に、断熱材を配置することが好ましい。

【0028】

上記のようにヘッド鍛造工程及び転造工程において、マグネシウム基合金素材を特定の範囲に加熱することで、生産性よくねじ加工を行うことができるが、更に生産効率を向上するためにヘッド鍛造工程から転造工程に移行する際にも、素材を加熱することが好ましい。具体的には、ヘッド鍛造工程により得られたねじプランクを転造ダイスに移行させる移行手段を100℃以上250℃未満に加熱することでねじプランクを加熱することが挙げられる。移行手段としては、レールシャーティなどが挙げられる。通常のねじ加工に用いられている構成のものを用いてもよく、例えば、特許文献3図2に記載される構成を利用してもよい。そして、この移行手段に電熱式のカートリッジヒータなどの加熱手段を取付けて加熱するとい。このようにヘッド鍛造工程から転造工程に移行する期間においてもマグネシウム基合金素材を加熱することで、転造加工を行う際の加熱時間を短縮することができるため、転造加工を高速化することができ、生産効率を向上することができる。

【0029】

上記工程により得られたマグネシウム基合金ねじは、引張強さが220MPa以上という優れた強度を有する。更に引張強さを向上させるには、ねじのヘッド部を成形するヘッド加工と、ねじ山を成形する転造加工とを施した後、得られたねじに100℃以上350℃未満の熱処理を施すことが好ましい。この熱処理により、ねじの合金組織をより微細な結晶粒を有する組織とすることができ、230MPa以上というより高い引張強度を有するねじを得ることができる。

【0030】

本発明は、合金組成によらず、室温程度(例えば、20℃)での加工性に乏しいhcp構造を有するマグネシウム基合金において有効である。例えば、鋳造用マグネシウム基合金や展伸用マグネシウム基合金を利用することができます。具体的には、Alを0.1重量%以上12重量%以下含有するものや、Zn:0.1重量%以上10重量%以下及びZr:0.1重量%以上2.0重量%を含有するもの、その他、耐熱性に優れる希土類元素を5.0重量%以下含有するものが挙げられる。Alを含有する場合、更に、Mn:0.1重量%以上2.0重量%以下、Zn:0.1重量%以上5.0重量%以下、Si:0.1重量%以上5.0重量%以下より選択された1種以上を含有するものが挙げられる。上記合金組成として代表的なASTM記号におけるAZ系、AS系、AM系、ZK系、EZ系などが利用できる。Alの含有量として、重量%で0.1~2.0%未満のものと、2.0超~12.0%のものとを区別してもよい。上記化学成分の他にはMg及び不純物が含まれる合金として利用されることが一般的である。不純物には、Fe、Si、Cu、Ni、Caなどが挙げられる。

【0031】

AZ系においてAlの含有量が2.0~12.0重量%となるものとして、例えば、AZ31、AZ61、AZ91などが挙げられる。AZ31は、例えば、重量%でAl:2.5~3.5%、Zn:0.5~1.5%、Mn:0.15~0.5%、Cu:0.05%以下、Si:0.1%以下、Ca:0.04%以下を含有するマグネシウム基合金である。AZ61は、例えば、重量%でAl:5.5~7.2%、Zn:0.4~1.5%、Mn:0.15~0.35%、Ni:0.05%以下、Si:0.1%以下を含有するマグネシウム基合金である。AZ91は例えば、重量%でAl:8.1~9.7%、Zn:0.35~1.0%、Mn:0.13%以上、Cu:0.1%以下、Ni:0.03%以下、Si:0.5%以下を含有するマグネシウム基合金である。AZ系においてAlの含有量が0.1~2.0重量%未満となるものとして、例えば、AZ10、AZ21などが挙げられる。AZ10は、例えば、重量%でAl:1.0~1.5%、Zn:0.2~0.6%、Mn:0.2%以上、Cu:0.1%以下、Si:0.1%以下、Ca:0.4%以下を含有するマグネシウム基合金である。AZ21は、例えば、重量%でAl:1.4~2.6%、Zn:0.5~1.5%、Mn:0.15~0.35%、Ni:0.03%以下、Si:0.1%以下を含有するマグネシウム基合金である。

【0032】

AS系においてAlの含有量が2.0~12.0重量%となるものとして、例えば、AS41

などが挙げられる。AS41は、例えば、重量%でAl:3.7~4.8%、Zn:0.1%以下、Cu:0.15%以下、Mn:0.35~0.60%、Ni:0.001%以下、Si:0.6~1.4%を含有するマグネシウム基合金である。AS系においてAlの含有量が0.1~2.0重量%未満となるものとしてAS21などが挙げられる。AS21は、例えば、重量%でAl:1.4~2.6%、Zn:0.1%以下、Cu:0.15%以下、Mn:0.35~0.60%、Ni:0.001%、Si:0.6~1.4%を含有するマグネシウム基合金である。

【0033】

AM系では、例えば、AM60、AM100などが挙げられる。AM60は、例えば、重量%でAl:5.5~6.5%、Zn:0.22%以下、Cu:0.35%以下、Mn:0.13%以上、Ni:0.03%以下、Si:0.5%以下を含有するマグネシウム基合金である。AM100は、例えば、重量%でAl:9.3~10.7%、Zn:0.3%以下、Cu:0.1%以下、Mn:0.1~0.35%、Ni:0.01%以下、Si:0.3%以下を含有するマグネシウム基合金である。

【0034】

ZK系では、例えば、ZK40、ZK60などが挙げられる。ZK40は、例えば、重量%でZn:3.5~4.5%、Zr:0.45%以上を含有するマグネシウム基合金である。ZK60は、例えば、重量%でZn:4.8~6.2%、Zr:0.45%以上を含有するマグネシウム基合金である。

【0035】

EZ系の希土類元素(RE)として、通常はPrとNdの混合物が利用されることが多い。EZ系では、例えば、EZ33などが挙げられる。EZ33は、例えば、重量%でZn:2.0~3.1%、Cu:0.1%以下、Ni:0.01%以下、RE:2.5~4.0%、Zr:0.5~1%を含有するマグネシウム基合金である。

【0036】

マグネシウム単体では十分な強度を得ることが難しいが、上記の化学成分を含むことで好ましい強度が得られる。

【0037】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

(試験例1-1)

重量%で、Al:3.0%、Zn:1.0%、Mn:0.15%を含み、残部がMg及び不純物からなるマグネシウム基合金(ASTM記号AZ31相当材)の押出材(ϕ 8.0mm、 ϕ 5.25mm)を準備した。 ϕ 8.0mmの押出材には、約160°Cの温度、及び1パス当たりの断面減少率:20%以下の加工度で ϕ 5.25mmまで引き抜いた(160°Cへの昇温速度:約10°C/sec、線速:16m/sec)後、350°C×15minの熱処理を施し、引き抜き時の歪み除去、再結晶による組織の均一微細化を行った。得られた引抜材の組織を調べたところ、平均結晶粒径:7.5μm、最大結晶粒径:10.2μmであった。

【0038】

上記により得られた ϕ 5.25mmの引抜材、及び引抜加工を行っていない ϕ 5.25mmの押出材(平均結晶粒径:28μm、最大結晶粒径:75μm)を長尺な線材のまま鍛造装置に供給して、ねじのヘッド部の加工を行った。

【0039】

本例においてヘッド加工は、ヘッド加工する際にワイヤを固定する固定ダイス、及びねじのヘッド部を成形する複数のパンチダイスを具える鍛造装置を用いて行った。この鍛造装置は、更に、供給された長尺な線材を定尺長に切斷可能な切斷手段と、切斷されたワイヤを固定ダイスに運搬する運搬手段とを具え、線材の切斷からヘッド部の成形を連続的に実施可能なものである。

【0040】

また、本例では、固定ダイス、及びパンチダイスを加熱可能な加熱手段を具えて、この加熱手段により、ダイスを介して切斷されたワイヤを加熱可能とした。図1は、本例に用いた鍛造装置において、固定ダイス部分を模式的に示す概略構成図である。固定ダイス10は、ホルダー11にて保持され、このホルダー11には、穴11aが設けられ、この穴11aに電熱式のカートリッジヒータ12を挿入していると共に、ホルダー11の温度を確認できるように温度センサ13も同様に挿入している。このホルダー11は、図示しない鍛造装置本体に固定される。そのため、ホルダー11において鍛造装置本体との接触面(図1では左右、紙面奥の3面)には、断熱材14を配置し、ホルダー11の加熱温度の保持による熱効率の向上と、装置本体の保護とを図る。また、本例では、固定ダイス10の他、切斷工程においてワイヤを保持する保持ダイス15をホルダー11に具える。従って、ヒータ12は、固定ダイス10

及び保持ダイス15の双方を加熱可能であり、切斷工程において保持ダイス15を加熱することで、線材を定尺長のワイヤに切斷する際、保持ダイス15の加熱によりワイヤを加熱することができる。と同時に、固定ダイス10の加熱をも行うことができる。

【0041】

図2は、本例に用いた鍛造装置において、パンチダイス部分を模式的に示す概略構成図である。本例では、二つのパンチダイス20A、20Bを具え、パンチダイス20Aにより一次ねじプランクを得て、パンチダイス20Bにより、ヘッド部を完成させた二次ねじプランクを得る構成であり、パンチダイス20Bとしてプラスヘッドのものを用いた。これらパンチダイス20A、20Bは、ホルダー21にて保持され、このホルダー21には、穴21aが設けられ、この穴21aに電熱式のカートリッジヒータ22を挿入していると共に、ホルダー21の温度を確認できるように温度センサ23も同様に挿入している。このホルダー21も、図示しない鍛造装置本体に固定されるため、熱効率の向上と、装置本体への熱流出の防止とを図るべく、ホルダー21において鍛造装置本体との接触面(図2では紙面奥の1面)に断熱材24を配置している。

【0042】

上記構成の鍛造装置を用いて以下の手順により、線材の切斷からヘッド部の成形を連続的に行った。まず、ヒータ12にて加熱された保持ダイス15のセンター穴15aに線材を挿入した後カッタ(図示せず)にて切斷し、切斷されたワイヤを運搬手段(図示せず)により、ヒータ12で加熱された固定ダイス10のセンター穴10aの位置まで運搬し、パンチダイス20Aによりヘッド加工を行うと同時に穴10aに挿入する。この操作により、一次ねじプランクを得る。次に、パンチダイス20Bにてヘッド加工を行い、ヘッド部が完成した二次ねじプランクを得る。

【0043】

上記鍛造装置を用いて上記の手順により、ヒータ12、22の出力を変化させることで各ヒータ12、22の加熱温度を変化させてワイヤの温度を変化させ、種々の温度条件でヘッド加工を行い、ヘッド加工が可能であるかを調べた。本例では、M6用のねじプランクを作製した。その結果を表1に示す。表1において、○は2段階

のヘッド加工が可能であったもの、×は割れなどが生じてヘッド加工ができなかったもの、▲は2段階のヘッド加工が可能であったが加熱温度が高く、ダイスなどの加工材の寿命の点で問題があるものを示す。なお、引抜材及び押出材の鍛造速度は、いずれも約120mm/secとした。また、ヘッド加工する際のワイヤの温度は、接触温度計により測温を行った。

【0044】

【表1】

被加工材	平均結晶粒径 最大結晶粒径	ワイヤの温度 (°C)	加工可否
引抜材	7.5 μm 10.2 μm	RT	×
		105	×
		152	○
		182	○
		243	○
		266	▲
		298	▲
		RT	×
押出材	28.0 μm 75.0 μm	108	×
		151	×
		199	×
		241	×
		270	▲
		299	▲
		RT	×

【0045】

表1に示すように引抜材を用いた場合、ワイヤの温度が140°C以上のとき、ヘッド加工が可能であることがわかる。また、表1から、引抜材を用いた場合、ワイヤの温度が250°C未満であっても、十分にヘッド鍛造加工を行うことができるることがわかる。特に、本例では、鍛造速度を120mm/secという工業的生産レベルでの加工を行ったが、問題なくヘッド加工を行うことができた。また、本例では、プラスヘッドという加工度が大きい加工を行ったが、この場合でも、ワイヤの温度が250°C未満であっても、十分にヘッド加工を行うことができた。なお、ワイヤの温度を250°C超に加熱した場合もヘッド加工を行うことができたが、固定ダイスやパンチダイスなど加工材の寿命を考慮すると、250°C未満の加熱による加

工が望まれる。

【0046】

これに対し、表1に示すように引抜加工を行っていない押出材を用いた場合、ワイヤの温度が250°C以上となるように加熱を行わなければ、ヘッド加工を行うことができなかった。また、ヘッド加工の加工速度も引抜材を用いた場合よりも遅く、生産性が悪いと推測される。

【0047】

(試験例1-2)

組成の異なるマグネシウム基合金において同様の試験を行った。即ち、押出材に上記引抜加工を施した後、熱処理を行った引抜材を用いて、上記と同様の鍛造装置を用いて、種々の温度でヘッド加工を行った(M6用のねじプランクを作製)。以下に、試験に用いたマグネシウム基合金の組成を示す。

【0048】

重量%でAl：1.2%、Zn：0.4%、Mn：0.3%を含み、残部がMgおよび不純物からなるマグネシウム基合金(ASTM記号AZ10相当材)

重量%でAl：6.4%、Zn：1.0%、Mn：0.28%を含み、残部がMgおよび不純物からなるマグネシウム基合金(ASTM記号AZ61相当材)

重量%でAl：9.0%、Zn：0.7%、Mn：0.1%を含み、残部がMgおよび不純物からなるマグネシウム基合金(ASTM記号AZ91相当材)

重量%でAl：1.9%、Mn：0.45%、Si：1.0%を含み、残部がMgと不純物からなるマグネシウム基合金(ASTM記号AS21相当材)

重量%でAl：4.2%、Mn：0.50%、Si：1.1%を含み、残部がMgと不純物からなるマグネシウム基合金(ASTM記号AS41相当材)

重量%でAl：6.1%、Mn：0.44%を含み、残部がMgと不純物からなるマグネシウム基合金(ASTM記号AM60相当材)

重量%でZn：5.5%、Zr：0.45%を含み、残部がMgおよび不純物からなるマグネシウム基合金(ASTM記号ZK60相当材)

【0049】

すると、いずれの試料も、ワイヤの温度を100°C以上250°C未満に加熱すること

でヘッド加工を行うことができた。特に、M6といった太径であっても、ワイヤを150°C以上に加熱することで、ヘッド加工を行うことができた。

【0050】

(試験例2-1)

試験例1にて作製したヘッド部を具えるねじプランクに転造加工を行った。また、試験例1と同様の条件(Φ1.66mmの引抜材使用、平均結晶粒径：6.8μm、最大結晶粒径：9.8μm)で作製したM2用のねじプランクを用意し、このねじプランクにも同様に転造加工を行った。

【0051】

本例において転造加工は、転造ダイスを具える転造装置を用いて行った。また、本例では、転造ダイスを加熱可能な加熱手段を具えて、この加熱手段により、転造ダイスを介してねじプランクを加熱可能とした。図3は、本例に用いた転造装置において、転造ダイス部分を模式的に示す概略構成図である。本例に用いた転造ダイスは、可動ダイス30Aと、固定ダイス30Bとをそれぞれ対向させて配置させており、いずれのダイス30A、30Bも、穴31が設けられ、この穴31に電熱式のカートリッジヒータ32を挿入している。また、可動ダイス30A及び固定ダイス30Bの温度が確認できるように、それぞれ温度センサ33を同様に挿入している。これら可動ダイス30A及び固定ダイス30Bは、図示しない転造装置本体に固定される。そのため、熱効率の向上と、装置本体の保護とを図るべく、可動ダイス30A及び固定ダイス30Bにおいて転造装置本体との接触面(図3において、可動ダイス30Aは右、紙面手前と奥の3面、固定ダイス30Bは左、紙面手前と奥の3面)に断熱材34をそれぞれ配置している。なお、図示していないが、各ダイス30A、30Bの対向面には、ねじプランクの軸部にみぞ山を形成するための溝が形成されており、この対向面間にねじプランクの軸部を配置し、可動ダイス30Aをスライドさせることで転造を行う。

【0052】

更に、本例では、転造ダイスの加熱時間を短縮するために、ねじプランクを転造ダイスに移行させるレールシュータにも、加熱手段を具える転造装置を利用した。図4は、本例で用いた転造装置において、レールシュータ部分を模式的に示

す概略構成図である。レールシュータ40は、ヘッド鍛造工程において得られたねじプランク100を整列させて、順次転造ダイス側に移行するための部材であり、プランク100の軸部101を挟持するレール41と、可動ダイス30Aと固定ダイス30B間にプランク100を配置させるロッド42とを具える。本例では、このレール41の外側に電熱式のカートリッジヒータ43を配置すると共に、熱効率の向上と、装置本体の保護とを図るべく、ヒータ43の外側に断熱材44を配置した。

【0053】

上記転造装置を用いて、ヒータ43の出力を変化させてヒータ43の加熱温度を変化させてねじプランクの温度を変化させ、種々の温度条件で、試験例1で得られたねじプランクに転造加工を行い、転造加工が可能であるかを調べた。その結果を表2に示す。表2において、○は転造加工が可能であったもの、△は転造加工が可能であったが微細な割れが生じたもの、×は割れなどが生じて転造加工ができなかったもの、△は転造加工が可能であったが加熱温度が高く、ダイスなどの加工材の寿命の点で問題があるものを示す。

【0054】

【表2】

被加工材	転造ダイスの 加熱温度(℃)	加工可否	
		M6	M2
引抜材	RT	×	×
	102	△	○
	154	○	○
	189	○	○
	238	○	○
	251	△	△
	289	△	△
押出材	RT	×	
	101	×	
	148	×	
	190	×	
	242	×	
	258	△	
	287	△	

【0055】

表2に示すように引抜材からなるねじプランクを用いた場合、転造ダイスを100

℃以上に加熱することで、ねじプランクが加熱され、転造加工が可能であることがわかる。また、表2から転造ダイスの温度が250℃未満の加熱であっても、十分に転造加工を行うことができることがある。特に、M6という太径のねじの場合でも、転造ダイスの温度が150℃以上となる加熱で十分に転造加工を行うことができた。なお、転造ダイスの温度を250℃超に加熱した場合も転造加工を行うことができたが、転造ダイスなど加工材の寿命を考慮すると、250℃未満の加熱による加工が望まれる。

【0056】

これに対し、表2に示すように引抜加工を行っていない押出材からなるねじプランクを用いた場合、転造ダイスを250℃以上に加熱しなければ、転造加工することができなかつた。

【0057】

また、得られたM6のねじの強度を調べてみたところ、捻り破断トルクは、3.5～5.0N·mであり、強度に優れることがわかつた。

【0058】

(試験例2-2)

組成の異なるマグネシウム基合金において同様の試験を行つた。即ち、試験例1-2で作製したねじプランク(M6用)に対し、種々の温度に加熱した転造ダイスを用いて転造加工を行つた。マグネシウム基合金は、上記に示す成分と同様のAZ10相当材、AZ61相当材、AZ91相当材、AS21相当材、AS41相当材、AM60相当材、ZK60相当材を用いた。

【0059】

試験の結果、いずれの試料も、上記試験例2-1と同様に、M6といった太径であつても、転造ダイスの加熱を100℃以上250℃未満とすることで、十分に転造加工を行うことができた。

【0060】

(試験例3)

試験例1、2と同様の手順により引抜材にヘッド部のヘッド加工、及びねじ山の転造加工を施して得られたねじに種々の温度条件で熱処理を行い、得られたねじ

の引張特性、及び韌性を評価した。本試験では、引張特性として引張強さを測定した。また、韌性として、JIS B1051に記載される頭部打撃試験を行い、亀裂の有無を調べた。

【0061】

本例で用いた引抜材は、試験例1-1と同様の組成のものを同様の条件で作製したもの用いた($\phi 5.25\text{mm}$ 、平均結晶粒径： $7.5\mu\text{m}$ 、最大結晶粒径： $10.2\mu\text{m}$)。

【0062】

本例では、試験例1-1と同様に、ヒータにて、保持ダイス、固定ダイス及びパンチダイスをそれぞれ加熱して、線材の切断からヘッド部のヘッド加工を温間にて連続して行った(鍛造速度： 120mm/sec)。また、試験例2と同様に、ヒータにてレールシュータ、転造ダイスをそれぞれ加熱して、ヘッド部が形成されたねじプランクの移行から転造加工を温間にて連続して行った。

【0063】

表3に試験結果を示す。表3において、「鍛造温度」とは、接触温度計によりワイヤを直接測定した温度である。「転造温度」とは、転造ダイスに具える温度センサにより転造ダイスを測定した温度である。また、熱処理は、いずれの温度においても15分間とした。

【0064】

【表3】

被加工材	鍛造温度 (°C)	転造温度 (°C)	焼鈍温度 (°C)	引張強さ MPa	打撃試験結果
引抜材	182	144	なし	227	合格(亀裂なし)
			100	235	合格(亀裂なし)
			150	248	合格(亀裂なし)
			200	240	合格(亀裂なし)
			250	236	合格(亀裂なし)
			300	230	合格(亀裂なし)
			350	233	合格(亀裂なし)
			400	227	合格(亀裂なし)

【0065】

表3に示すように引抜材を用いてねじ加工を行った場合、 250°C 未満の加熱でも十分にねじ加工が行えるだけでなく、引張強さ220MPa以上という高強度で、かつ

韌性に優れるねじを得ることができることがわかる。特に、ねじ加工後、熱処理を施すことで、更に引張強さの向上が図れることがわかる。また、熱処理の温度は、表3から100～350℃が好ましいことがわかる。

【0066】

【発明の効果】

以上、説明したように本発明マグネシウム基合金ねじの製造方法によれば、引抜加工により得られたワイヤを用いることで、250℃未満の加熱温度でねじ加工することができるという優れた効果を奏し得る。従って、本発明は、押出材にそのままねじ加工を行う従来のように、ねじ加工の際、250℃以上の高温に加熱する必要が無いので、ダイスなどの加工材の寿命を長くすることができ、マグネシウム基合金ねじを生産性よく得ることができる。また、上記本発明製造方法により得られたマグネシウム基合金ねじは、優れた強度を具えており、特に、ねじ加工後に特定の熱処理を行うことで、より優れた強度を具えるねじとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

試験例1で用いた鍛造装置において、固定ダイス部分を模式的に示す概略構成図である。

【図2】

試験例1で用いた鍛造装置において、パンチダイス部分を模式的に示す概略構成図である。

【図3】

試験例2に用いた転造装置において、転造ダイス部分を模式的に示す概略構成図である。

【図4】

試験例2に用いた転造装置において、レールシュータ部分を模式的に示す概略構成図である。

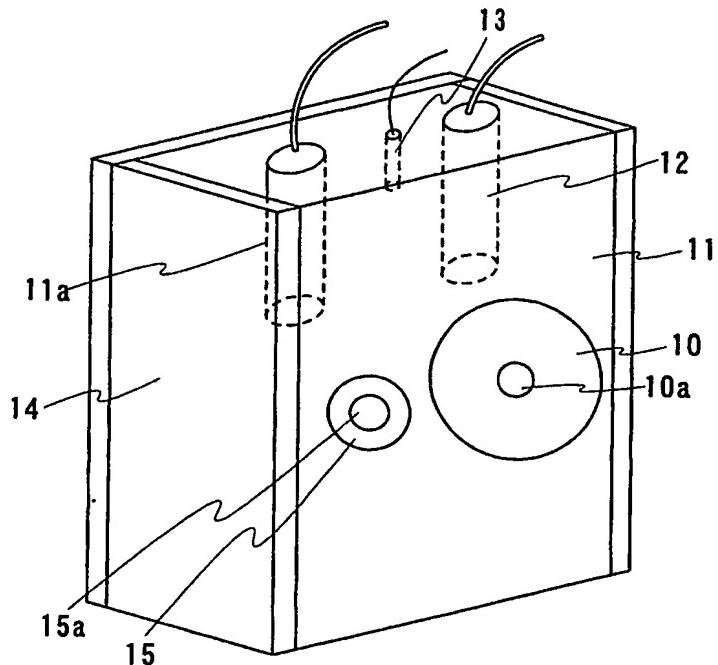
【符号の説明】

10 固定ダイス 10a センター穴 11 ホルダー 11a 穴 12 ヒータ

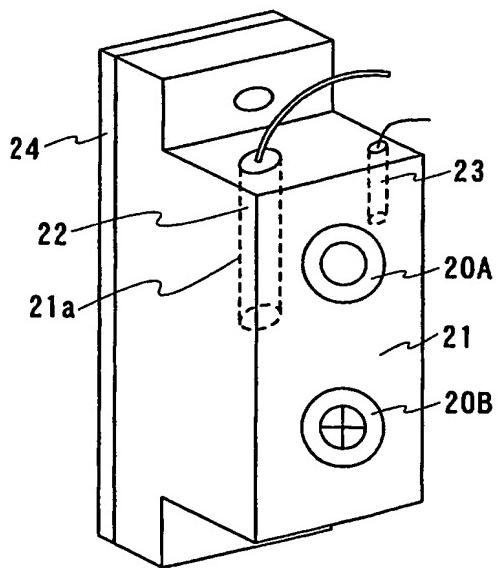
13 温度センサ 14 断熱材 15 保持ダイス 15a センターホール
20A、20B パンチダイス 21 ホルダー 21a 穴 22 ヒータ
23 温度センサ 24 断熱材
30A 可動ダイス 30B 固定ダイス 31 穴 32 ヒータ 33 温度センサ
34 断熱材
40 レールシュー 41 レール 42 ロッド 43 ヒータ 44 断熱材
100 ねじプランク 101 軸部

【書類名】 図面

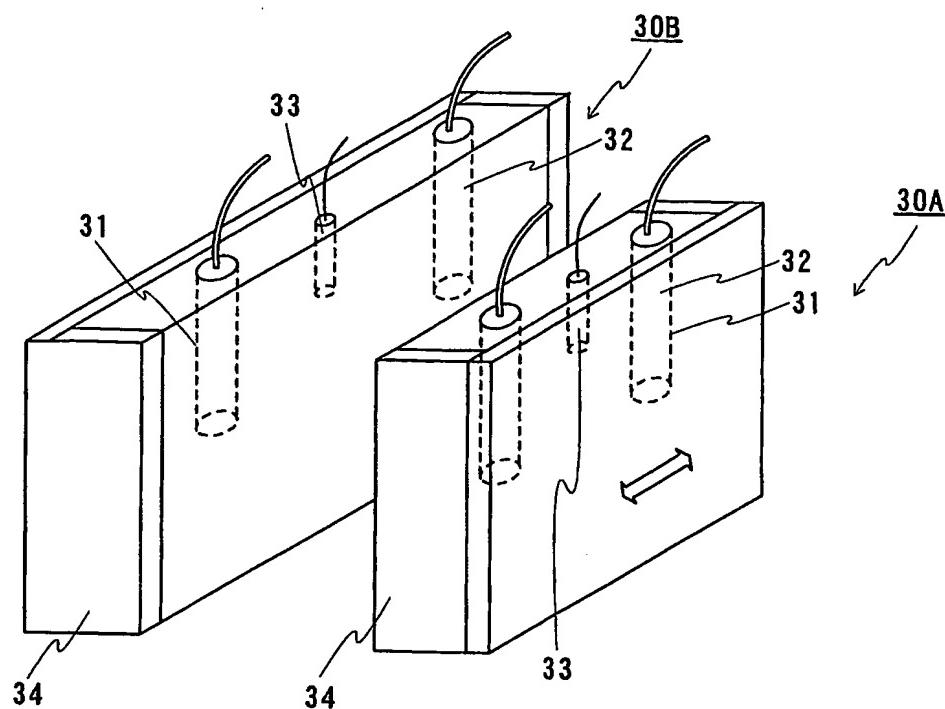
【図 1】



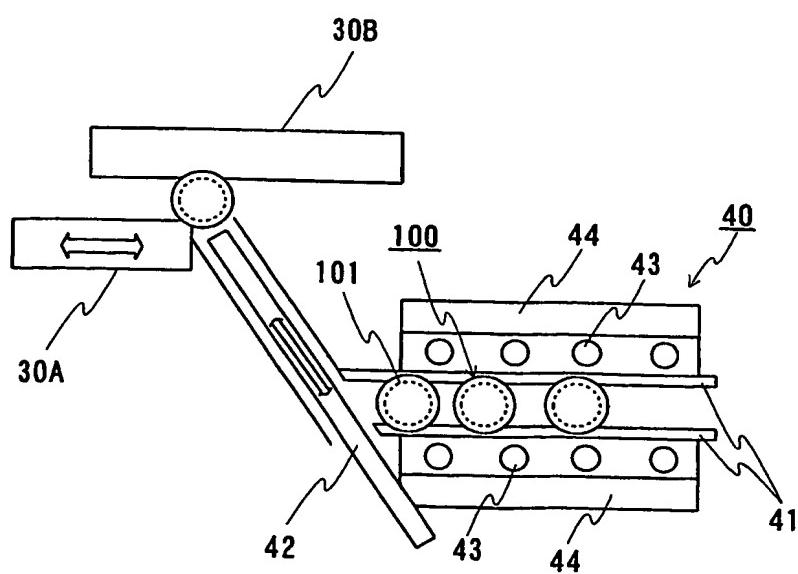
【図 2】



【図3】



【図4】



特願2003-175286

ページ： 3/E

出証特2004-3066901

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 強度に優れるマグネシウム基合金からなるねじを生産性よく製造することができるマグネシウム基合金ねじ、及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 引抜加工により得られたマグネシウム基合金からなるワイヤにねじのヘッド部を成形するヘッド加工を温間にて行って、ねじブランクを製造するヘッド鍛造工程と、前記ねじブランクにねじ山を成形する転造加工を温間にて行って、ねじを製造する転造工程とを具える。ヘッド鍛造工程においてヘッド加工は、上記ワイヤを固定する固定ダイス、及びねじのヘッド部を成形するパンチダイスを用いて行い、固定ダイス及びパンチダイスの少なくとも一方を140℃以上250℃以下に加熱することで上記ワイヤを140℃以上250℃未満に加熱する。

【選択図】 なし

特願 2003-175286

出願人履歴情報

識別番号

[302061613]

1. 変更年月日

2002年10月22日

[変更理由]

新規登録

住 所

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号

氏 名

住友電工スチールワイヤー株式会社

特願 2003-175286

ページ： 2/E

出願人履歴情報

識別番号 [502262654]

1. 変更年月日 2002年 7月19日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府大東市野崎4-7-12
氏 名 株式会社丸エム製作所